| Zitteliana | 10 | 43–54 | München, 1. Juli 1983 | ISSN 0373 – 9627 |
|---|---|---|---|---|

# Biostratigraphie der Kreide-Basisschichten am Haarstrang (SE-Westfalen) zwischen Unna und Möhnesee[1])

Von

MARTIN HISS*)

Mit 7 Abbildungen im Text

## KURZFASSUNG

Die lithofaziell sehr stark wechselnden Cenoman-Schichten am Haarstrang zwischen Unna und Möhnesee werden aufgrund von Ammoniten- und Foraminiferen-Untersuchungen biostratigraphisch neu gegliedert. Die moderne Cenoman-Ammonitenstratigraphie für den borealen Faziesraum kann dabei zugrunde gelegt werden. Dadurch wird eine exakte Korrelation der hier untersuchten Cenoman-Schichten mit Vorkommen außerhalb Westfalens erstmals ermöglicht. Mittels Foraminiferen kann für das bearbeitete Gebiet eine Zonengliederung durchgeführt werden, diese wird mit Untersuchungen aus England und Belgien verglichen.

Der Beginn der Cenoman-Sedimentation erfolgt mit der Transgression über paläozoischen Untergrund im tieferen Untercenoman; nur im W (südwestlich Unna) beginnt die Schichtenfolge erst im oberen Untercenoman. Die Faziesgrenze zwischen der ,,Formation des Essener Grünsandes" im unteren Teil des Cenomans und der darüber folgenden ,,Unteren Mergel-Kalk-Formation" kann für den Ostteil des Gebietes an die Grenze Unter-/Mittelcenoman und für den Westteil in das Obercenoman festgelegt werden. Der diachrone Verlauf dieser lithologischen Grenze ist sowohl mit Ammoniten als auch Foraminiferen nachzuweisen. Der Grenzbereich zwischen Cenoman und Unterturon ist im gesamten Gebiet durch eine Schichtlücke gekennzeichnet.

## ABSTRACT

Biostratigraphy of Cenomanian deposits in the Haarstrang Hills between Unna and Möhnesee has been revised, based on ammonites and foraminifers. Lithofacies characteristics of these deposits are very variable. The new subdivision is based on the modern ammonite biostratigraphy of the Boreal realm, which made possible, for the first time, to precisely correlate the deposits investigated with occurrences beyond Westfalia. Foraminifers enabled a zonal subdivision which is compared with the results obtained in Belgium and England.

Cretaceous deposition started transgressively over the Paleozoic basement in lower Early Cenomanian times; only in the west (SW of Unna) the sequence begins with the late Early Cenomanian. The facies boundary between the ,,Essen Greensand Formation" of the Lower Cenomanian and the overlying ,,Lower Marl-Limestone Formation" corresponds with the boundary Lower/Middle Cenomanian in the east, whereas in the west it is situated within the Upper Cenomanian. The diachronous extension of this lithologic boundary can be proved by both ammonites and foraminifers. The Cenomanian/Turonian boundary is characterized by a hiatus in the entire area investigated.

## 1. EINLEITUNG

Im Rahmen des internationalen Forschungsprogramms ,,Mid-Cretaceous-Events" werden von der Arbeitsgruppe Münster die ,,Mittelkreide"-Transgressionssedimente (Alb bis Unterturon) Westfalens neu bearbeitet. In diesem Zusammenhang stehen stratigraphisch-fazielle Untersuchungen der Kreide-Basissedimente am heutigen Kreide-Südrand

[1]) Beitrag zum IUGS-major-Projekt Mid-Cretaceous-Events, nationale Förderung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft. Beitrag Nr. 16 der Arbeitsgruppe Münster.

*) M. HISS, Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, De-Greiff-Str. 195, Postfach 1080, D-4150 Krefeld.

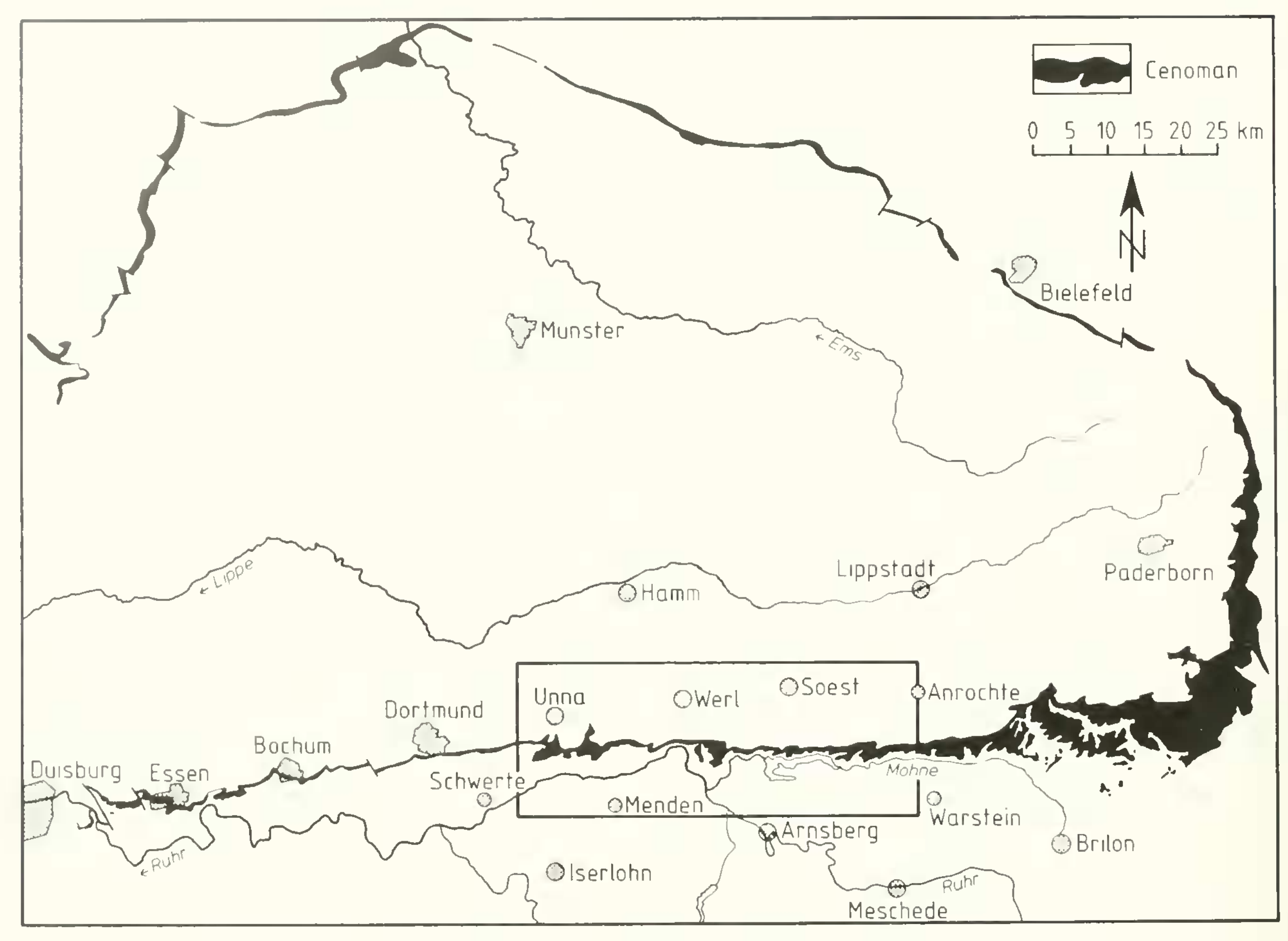



Abb. 1. Übersichtskarte mit Lage des untersuchten Gebietes am Südrand des Münsterländer Kreidebekkens. Verbreitung des Cenomans nach H. ARNOLD (1964b).

(Haarstrang) zwischen Unna und Möhnesee (M. HISS 1981). Die unmittelbar dem paläozoischen Untergrund auflagernden Kreide-Sedimente sind in diesem Gebiet (Abb. 1) in mehreren Steinbrüchen zugänglich und waren in den letzten Jahren in einigen kurzzeitigen Aufschlüssen sehr gut zu beobachten. Das Cenoman- und teilweise Unterturon-Alter dieser Sedimente ist seit langem bekannt, jedoch war bisher eine genaue biostratigraphische Gliederung nicht möglich, da stratigraphische Faunen-Bearbeitungen in der faziell häufig wechselnden Schichtenfolge weitgehend fehlten. Es konnte nun eine große Zahl von Ammoniten horizontiert aufgesammelt und beschrieben werden (M. HISS 1982a). Ferner wurde die Foraminiferenfauna stratigraphisch ausgewertet. Dadurch ergibt sich erstmals die Möglichkeit, die Kreide-Basissedimente am Haarstrang nach modernen Gesichtspunkten im Detail biostratigraphisch zu gliedern und mit Cenoman-Vorkommen außerhalb Westfalens zu korrelieren.

## 2. LITHOSTRATIGRAPHIE

Das Cenoman am Kreide-Südrand zwischen Unna und Möhnesee lagert diskordant dem gefalteten Paläozoikum auf. Das Normalprofil beginnt mit einem nur wenige Zentimeter mächtigen Basalkonglomerat. Es folgen eine zunächst überwiegend klastische Serie (Limonit-Sandstein-, Glaukonit-Sandstein-Horizont) und darüber glaukonitisch-karbonatische Sedimente (Glaukonit-Sandmergelstein-, Glaukonit-Sandkalkstein- und glaukonitischer Übergangshorizont). Diese basalen Schichten werden zusammen als „Formation des Essener Grünsandes" bezeichnet (M. HISS 1981). Die darauf lagernden Sedimente der „unteren Mergel-Kalk-Formation" beginnen mit kieseligen, hornsteinführenden Kalksteinen, setzen sich mit arenitischen Kalkmergelsteinen fort und werden zum Hangenden hin durch eine Kalkknollenbank abgeschlossen. Die darüber folgenden Mergelsteine (*labiatus*-Schichten) haben bereits unterturones Alter.

Abweichend vom Normalprofil treten lateral starke Faziesänderungen auf (Abb. 2). Diese werden durch eine ausgeprägte Oberflächenmorphologie des paläozoischen Untergrundes hervorgerufen. Auf Untergrunderhebungen (Klippen und Schwellen) ist die Schichtenfolge oft lückenhaft oder faziell abweichend (Klippensedimente) ausgebildet. Im Bereich von Senken ist das Cenoman – wie im Normalprofil beschrieben – in der Regel vollständig entwickelt.

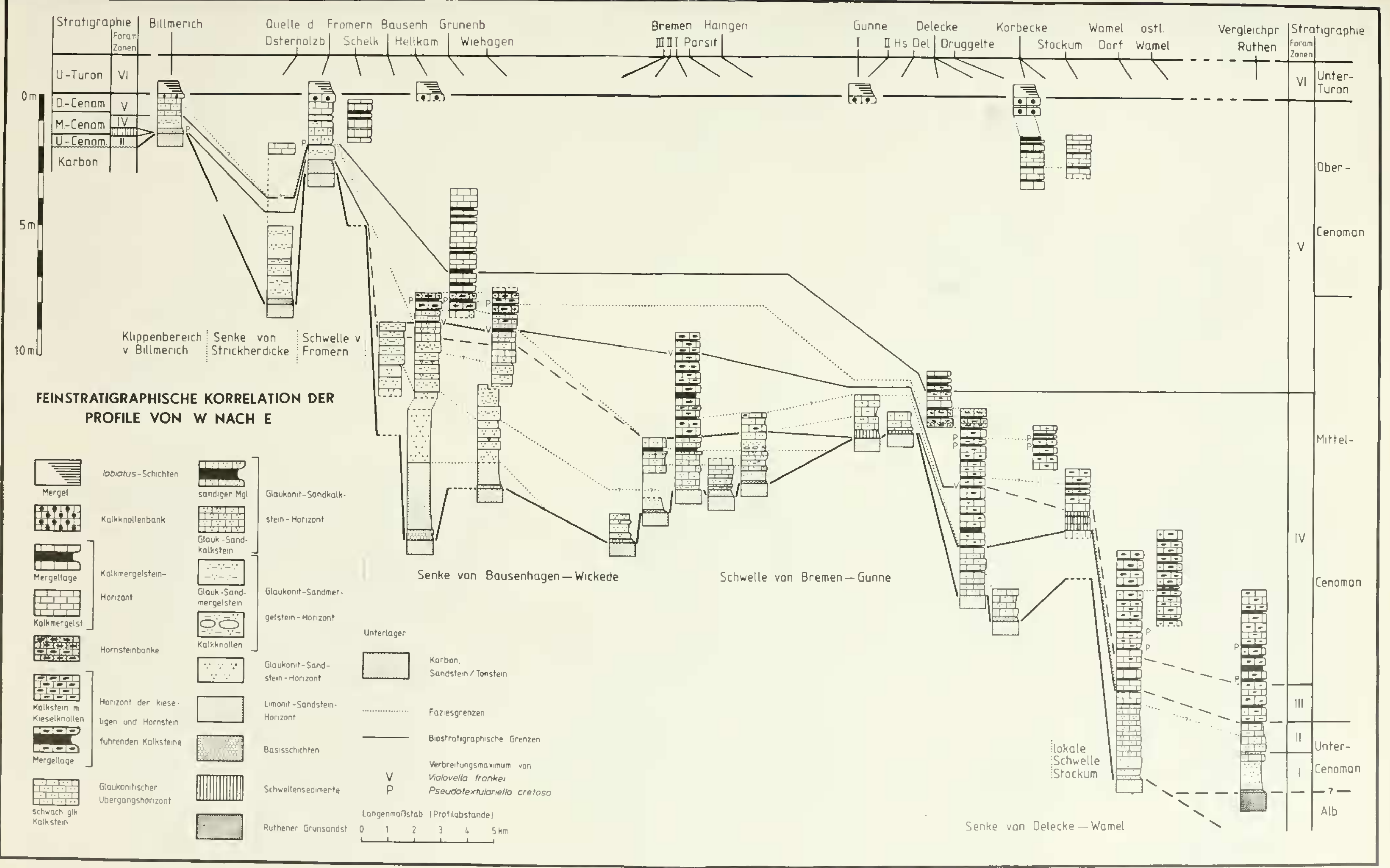



Abb. 2. Feinstratigraphische Korrelation der Cenoman-Profile am Haarstrang zwischen Unna und Möhnesee. Die Profile sind in bezug zur Cenoman-Gesamtmächtigkeit dargestellt.

Diesen lokalen und regionalen Faziesschwankungen ist eine generelle Faziesänderung übergeordnet. Im Raum Unna wird die Cenoman-Schichtenfolge vollständig durch die Formation des Essener Grünsandes vertreten. Nach E geht der Anteil dieser Formation auf Kosten der rein karbonatischen Sedimente (untere Mergel-Kalk-Formation) zurück. Neben der faunistischen Datierung einzelner lithostratigraphischer Einheiten ist daher die Klärung des zeitlichen Verlaufs dieser generellen Faziesänderung von besonderem Interesse.

Die Mächtigkeit des Cenomans am Haarstrang schwankt stark, bedingt durch die großen Faziesunterschiede. Im Raum südlich von Unna beträgt sie nur wenige Meter (0 m bis 5 m). Sie nimmt nach E allmählich zu und erreicht am Möhnesee etwa 20 m bis 25 m (ausführliche Darstellung der Lithostratigraphie bei M. Hiss 1982b).

## 3. BISHERIGE GLIEDERUNG

Die bisherige biostratigraphische Gliederung des Cenomans in Westfalen geht auf C. Schlüter (1876 a, b) zurück. Mit geringfügigen Ergänzungen und nomenklatorischer Überarbeitung (P. Kukuk & D. Wolansky 1941; O. Seitz 1952) findet diese Gliederung noch heute ihre Anwendung (z. B. H. Arnold 1964a; E. Seibertz 1979; vgl. Abb. 4). Schon seit langem ist aber bekannt, daß einige der Schlüter'schen Zonenfossilien eine stark faziesabhängige Verbreitung zeigen und gerade in den lithologisch sehr unterschiedlichen Sedimenten am Kreide-Südrand in mehreren Zonen gleichzeitig auftreten können (vgl. z. B.: R. Bartling 1920: 172; T. Wegner 1926: 453). Eine Gliederung auf exakter biostratigraphischer Grundlage sowie biostratigraphische Korrelationen mit Cenoman-Vorkommen außerhalb Westfalens werden dadurch sehr erschwert. Bisher war es aber nicht möglich, eine genaue, überregional vergleichbare biostratigraphische Gliederung zu erarbeiten, da in den faziell sehr unterschiedlichen Cenoman-Sedimenten in Westfalen exakte lithostratigraphische Bearbeitungen und neuere Untersuchungen der Mikro- und Makrofaunen fehlten. Inzwischen liegen aber erste Ergebnisse in dieser Richtung vor (J. M. Hancock et al. 1972; J. Wiedmann 1979; J. Wiedmann & H. L. Schneider 1979; C. Frieg 1979; M. Hiss 1979, 1981).

Die stratigraphische Gliederung des Cenomans im engeren Untersuchungsgebiet geht in ihren Grundzügen auf R. Bartling (1909, 1911, 1920) zurück. Er teilt das Cenoman in die von C. Schlüter aufgestellten Zonen. Dabei konnte er feststellen, daß im Raum Billmerich (südlich Unna) das gesamte und im Raum Ense-Bremen (südlich Werl) nur noch die unterste Zone des Cenomans in glaukonitischer Fazies ausgebildet ist. Bei der Zonen-Abgrenzung berücksichtigt er zwar die Fauna, stellt aber gleichzeitig fest, daß eine rein paläontologische Gliederung nicht möglich ist, da mehrere, verschiedenen Zonen angehörende Leitfossilien nebeneinander in einem Horizont auftreten (R. Bartling 1911: 102). Die Abgrenzung der Zonen erfolgt daher nach rein lithostratigraphischen Gesichtspunkten. Alle späteren Bearbeiter gliedern das Cenoman im Untersuchungsgebiet in Anlehnung an R. Bartling ebenfalls weitgehend nach lithologischen Aspekten (vgl. Abb. 3). Nach Auffassung der meisten Autoren beginnt die Schichtenfolge mit dem Untercenoman („Zone des *Pecten asper* und *Catopygus carinatus*"). Nach B. Beschoren (1927) gehören die ältesten Sedimente aber bereits dem Mittelcenoman an („Zone der *Schloenbachia varians* und *Hemiaster gripenkerli*").

## 4. DIE MODERNE CENOMAN-GLIEDERUNG

Eine moderne Ammoniten-Zonengliederung im borealen Faziesraum des nördlichen Europas wurde zunächst von J. M. Hancock (1959) für Nordfrankreich (Sarthe) erarbeitet. Weitere biostratigraphische Bearbeitungen vor allem in Südengland durch W. J. Kennedy (1971), W. J. Kennedy & J. M. Hancock (1970, 1971, 1978) führten zu der in Abb. 4 wiedergegebenen und heute in Nordwesteuropa allgemein anerkannten Zonengliederung. Die von W. J. Kennedy ursprünglich als „assemblage-zones" aufgestellten Unterteilungen der *mantelli*- und *rhotomagense*-Zone werden heute unterschiedlich als „Subzonen" oder oft auch als selbständige Zonen behandelt.

Diese moderne Zonengliederung ermöglicht Vergleiche mit mediterranen und außereuropäischen Ablagerungsräumen. Wenn dabei im einzelnen auch noch Differenzen auftreten, so sind doch überregionale Korrelationen möglich (z. B. J. Wiedmann & G. Kauffmann 1978; J. Wiedmann 1979). Neuere Untersuchungen, die diese Zonengliederung zugrunde legen oder sich darauf beziehen, liegen für einige mitteleuropäische Kreidegebiete inzwischen vor (z. B.: Sachsen: K. A. Tröger 1969; Nordfrankreich/Belgien: F. Robaszynski 1978; Bayrische Alpen: H. Immel 1979; Russische Tafel: D. P. Naidin 1979). Auch erste Ansätze, diese auf Westfalen zu übertragen, sind inzwischen gemacht worden (J. M. Hancock et al. 1972; J. Wiedmann & H. L. Schneider 1979; C. Frieg 1979; A. Lommerzheim 1979; M. Hiss 1979, 1981).

Die Basis des Cenomans wird definiert durch das erste Auftreten von Ammoniten der Gattung *Mantelliceras*, *Sharpeiceras*, *Acompsoceras* zusammen mit dem häufigen Vorkommen von *Schloenbachia varians* (Sow.) und *Hypoturrilites* (W. J. Kennedy & J. M. Hancock 1978). Die genaue Grenze zwischen Alb und Cenoman ist vermutlich durch eine Schichtlücke, verbunden mit Aufarbeitungshorizonten, gekennzeichnet. Von J. Wiedmann & H. L. Schneider (1979) und J. Wiedmann (1979) wird in Westfalen ein bisher wenig bekanntes Übergangsniveau zwischen Alb und Cenoman vermutet und durch Ammoniten belegt. Die Autoren schla-

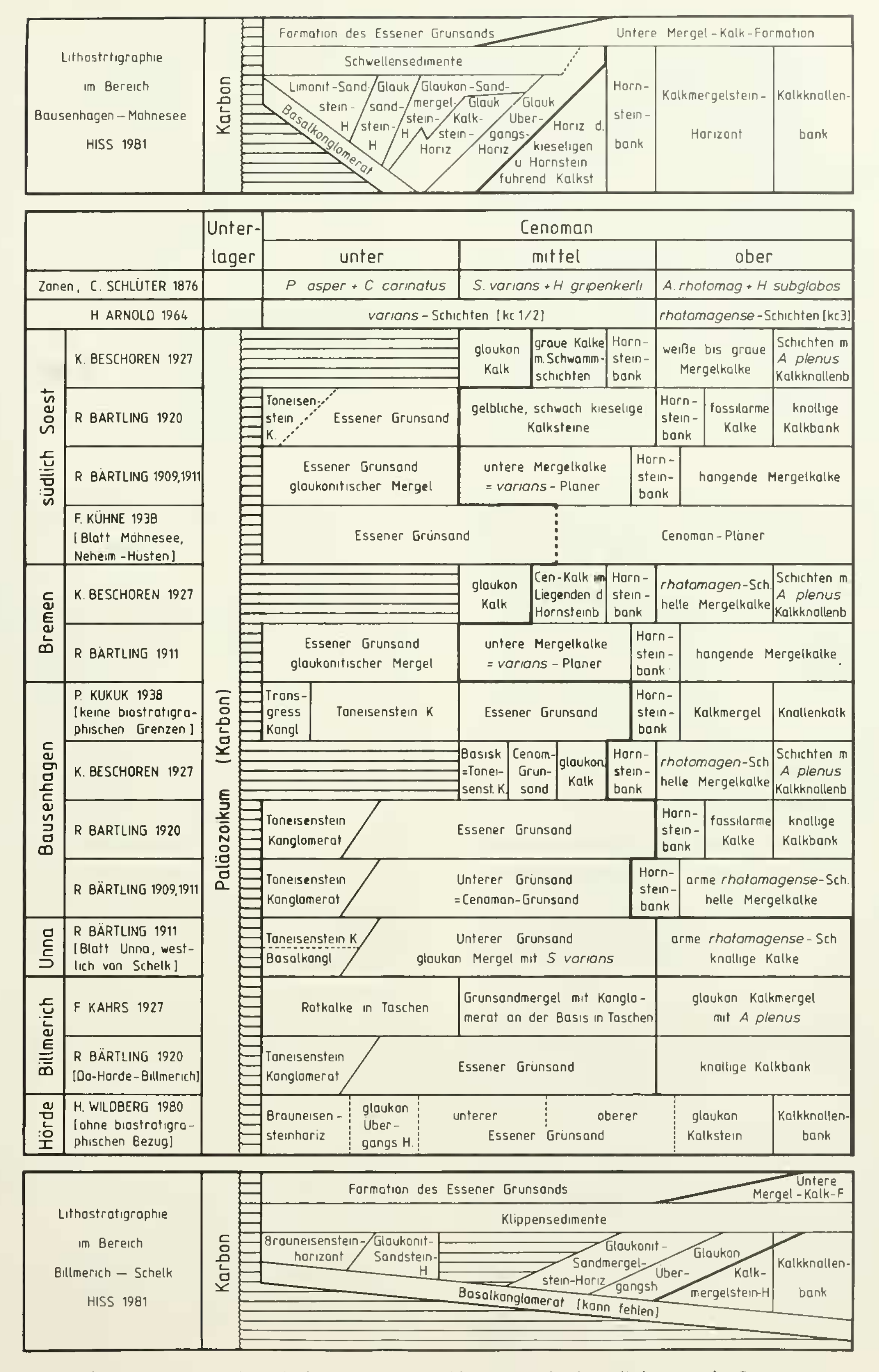



Abb. 3. Zusammenstellung der bisherigen litho- und biostratigraphischen Gliederungen des Cenomans am Haarstrang.

| Ammoniten-Zonengliederung in Nordwesteuropa | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Ammoniten Zonen | Subzonen | Typische Ammoniten und Leitfossilien nach W. J. KENNEDY & J. M. HANCOCK (1978) | Bisherige Gliederung in Westfalen nach C. SCHLUTER 1876 |
| Turon | unter | *Mammites nodosoides*<br>(= *nodosoides*-Zone) | ---- | *Inoceramus labiatus* | *labiatus*-Zone |
| Cenoman | ober | *Calycoceras naviculare*<br>(= *naviculare*-Zone) | *Sciponoceras gracile* | *Sciponoceras gracile*<br>*Metoicoceras geslinianum*<br>(*Actinomax plenus*) | *Actinocamax plenus* |
| | | | *Eucalycoceras pentagonum*<br>*Calycoceras naviculare* | *Eucalycoceras pentagonum*<br>*Calycoceras naviculare* | - - - ? - - -<br>*Acanthoceras rhotomagense*<br>und<br>*Holaster subglobosus* |
| | mittel | *Acanthoceras rhotomagense*<br>(= *rhotomagense* Zone) | *Acanthoceras jukesbrowni* | große Acanthoceraten | |
| | | | *Turrilites acutus* | *Turrilites acutus*<br>*Calycoceras*<br>*Scaphites equalis* | |
| | | | *Turrilites costatus* | *Turrilites costatus*<br>*Scaphites equalis*<br>*Sciponoceras baculoide*<br>*Acanthoceras rhotomagense*-Gruppe | |
| | unter | *Mantelliceras mantelli*<br>(= *mantelli*-Zone) | *Mantelliceras* ex gr. *dixoni* | *Schloenbachia varians* (flache Formen)<br>*Mantelliceras* ex gr. *dixoni* | - - - ? - - -<br>*Schloenbachia varians*<br>u. *Hemiaster gripenkerli* |
| | | | *Mantelliceras saxbii* | *S. varians* (wenig aufgebläht)<br>*M. saxbii*, *M. ventnorense*, *M. mantelli*,<br>*Hyphoplites falcatus* | |
| | | | *Hypoturrilites carcitanensis* | *S. varians*, *M. mantelli*,<br>*M. tuberculatum*, *H. carcitanensis*,<br>*Anisoceras armatum* | - - - ? - - -<br>*Pecten asper* und<br>*Catopygus carinatus*<br>(*Neohibolites ultimus*) |

Abb. 4. Ammoniten-Zonengliederung in Nordwesteuropa.

gen daher vor, die „Zone des *Utaturiceras vincinale* (STOLICZKA)" unterhalb der Zone des *Hypoturrilites carcitanensis* (MATHERON) für dieses Niveau einzuführen. Im Untersuchungsgebiet treten einige Ammoniten auf, die möglicherweise aus unterstem Untercenoman stammen. Die Annahme einer selbständigen Zone des *Utaturiceras vincinale* kann aber weder bestätigt, noch widerlegt werden (s. u.).

Die Basis des Turons – und damit die Hangendgrenze des Cenomans – ist durch das erste Auftreten von *Inoceramus labiatus* (SCHLOTH.) und *Mammites nodosoides* (SCHLÜTER) international festgelegt. Dadurch wird die „*plenus*-Zone" früherer Bearbeiter ganz dem Cenoman angeschlossen und entspricht in etwa der *gracile*-Subzone.

Untersuchungen an parastratigraphisch wichtigen Begleitfaunen sind zum Teil noch in Bearbeitung und daher noch nicht in jedem Fall auf die Verhältnisse in Westfalen übertragbar. Durch K. A. TRÖGER (1981) wird eine Inoceramen-Gliederung des Cenomans in Mittel- und Osteuropa durchgeführt. Im hier untersuchten Gebiet fehlen jedoch gut erhaltene Inoceramen weitgehend, so daß diese Gliederung keine Anwendung finden kann.

In der hier vorgelegten Untersuchung können Foraminiferen zur biostratigraphischen Gliederung herangezogen werden. Dem Vergleich mit den hiesigen Verhältnissen dienen vor allem neue biostratigraphische Untersuchungen aus Südengland (D. J. CARTER & M. B. HART 1977) und Belgien/Nordfrankreich (F. ROBASZYNSKI 1978). Die von diesen Autoren zur Abgrenzung der Cenoman-Basis benutzten planktonischen Foraminiferen fehlen hier. Mit Hilfe agglutinierender Foraminiferen (C. FRIEG 1979, 1980) kann die Basis des Cenomans jedoch angenähert bestimmt werden. Die Basis des Turons wird nach D. J. CARTER & M. B. HART (1977) nach mikrofaunistischen Gesichtspunkten (Aussetzen von *Rotalipora*, Einsetzen von *Globotruncana*) in Südengland in den Horizont der *plenus*-Mergel gelegt. Sie stimmt nicht genau mit der durch Ammoniten bestimmten Grenze überein, sondern liegt etwas tiefer im Profil (vgl. F. ROBASZYNSKI 1978: Fig. 3).

## 5. BIOSTRATIGRAPHISCHE GLIEDERUNGSMÖGLICHKEITEN AUFGRUND DER AMMONITENFAUNA

Die Ammoniten des Untersuchungsgebietes (ausführliche Beschreibung bei M. HISS 1982a) stammen vorwiegend aus den basisnahen Schichten. In höheren Profilteilen werden sie seltener. Eine zeitliche Gliederung mit Hilfe der Ammonitenfauna ist daher insbesondere für die direkten Transgressionssedimente und die unmittelbar darauf folgenden Horizonte möglich.

Die stratigraphische Reichweite der im Untersuchungsgebiet auftretenden Ammoniten zeigt Abb. 5. Albische Ammoniten treten nicht auf; lediglich die Gattung *Anisoceras* hat ihren Ursprung bereits im Alb, reicht aber bis in das Cenoman hinein. Einige Arten können aus allertiefstem Untercenoman stammen, kommen aber auch noch darüber vor. Die möglicherweise vorhandene Zone des *Utaturiceras vincinale* (im Sinne von J. WIEDMANN 1979) kann weder bestätigt noch widerlegt werden (diese Zone ist daher in Abb. 4 und Abb. 7 als fraglich gekennzeichnet).

Direkt an der Kreide-Basis treten Ammoniten des Untercenomans kondensiert auf. Sie wurden während der Fossilisation umgelagert, angereichert und resedimentiert (vgl. M. HISS 1981: 161 ff; M. HISS 1982a). Das sie umgebende Sediment ist jünger als die Fossilien. Damit geben die Ammoniten zwar das Mindestalter der Transgression an, verlieren aber in bezug auf die Altersdatierung der einbettenden Sedimente an Aussagewert. Der Umlagerungszeitraum und damit das Alter der Sedimente kann aber mit Hilfe der Ammoniten ein-

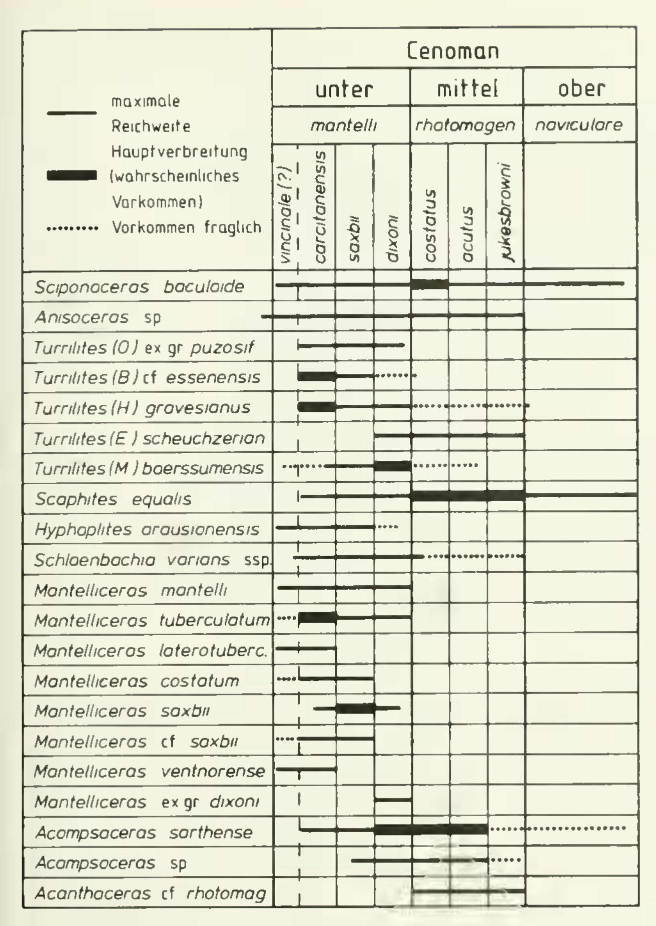



Abb. 5. Stratigraphische Verbreitung der im Untersuchungsgebiet auftretenden Ammoniten.

gegrenzt werden. Im Aufschluß Ense-Bremen I lagern zum Beispiel an der Kreide-Basis (Glaukonit-Sandkalkstein-Horizont) ausschließlich Ammoniten des tieferen bis mittleren Untercenomans (*carcitanensis-* und *saxbii*-Subzone). Im darüber folgenden, scharf abgegrenzten glaukonitischen Übergangshorizont treten aber Ammoniten des oberen Untercenomans auf (*dixoni*-Subzone). Der Ablagerungszeitpunkt des ersten Horizonts liegt also noch vor dem oberen Untercenoman, da Ammoniten der *dixoni*-Zone hier fehlen. Der glaukonitische Übergangshorizont ist frühestens im oberen Untercenoman sedimentiert worden. Unabhängig von Ammonitenfunden kann diese stratigraphische Einstufung durch Foraminiferenfaunen bestätigt werden.

Der Beginn der Kreide-Transgression erfolgte im untersuchten Gebiet mit dem untersten Untercenoman (*carcitanensis*-Subzone). Da sich Ammoniten dieser Subzone hauptsächlich in der Nähe von Schwellen (z. B. in Ense-Bremen oder Höingen) oder auf Klippen (z. B. Frömern) finden, muß angenommen werden, daß diese bereits sehr frühzeitig vom Meer bedeckt waren. Nur im SW von Unna scheint die Transgression erst im oberen Untercenoman einzusetzen. Die ältesten Ammoniten aus Basissedimenten in Billmerich (*Turrilites boerssumensis* Schlüter, *Acompsoceras sarthense* (Guéranger) haben nämlich ihre Hauptverbreitung im höheren Untercenoman und sind hier wahrscheinlich in die *dixoni*-Subzone einzustufen. Diese Datierung kann ebenfalls durch Foraminiferen bestätigt werden.

Die Sedimente der Formation des Essener Grünsandes zeigen untercenomanes Alter. Eine genauere Einstufung ist aufgrund der oben erwähnten Fossilkondensation nur bedingt möglich. Der glaukonitische Übergangshorizont im oberen Teil der Formation des Essener Grünsandes wurde östlich von Unna während der *dixoni*-Subzone sedimentiert (*Mantelliceras* ex gr. *dixoni* Spath aus Ense-Bremen I). Südlich von Unna reichen glaukonitische Sedimente auch noch in das Mittelcenoman (*rhotomagense*-Zone) hinein, wie durch *Acanthoceras* cf. *rhotomagense* (Brongniart) aus Schelk belegt werden kann. Weiterhin ergab die Untersuchung der Foraminiferenfauna, daß bei Billmerich (südwestlich von Unna) die Formation des Essener Grünsandes auch noch das Obercenoman umfaßt. Die Grenze zur Unteren Mergel-Kalk-Formation verläuft also von E nach W aufsteigend deutlich diachron.

Zu Anfang des Mittelcenomans (*costatus*-Subzone) beginnt östlich von Unna die Untere Mergel-Kalk-Formation mit kieseligen und Hornstein führenden Kalksteinen. Aus diesem Horizont konnte von mehreren Lokalitäten *Acanthoceras* cf. *rhotomagense* geborgen werden. Im Profil Stockum sind im Grenzbereich zum glaukonitischen Übergangshorizont in einer lokalen Schwellenregion Ammoniten des Untercenomans (*Mantelliceras mantelli* (Sow.)) zusammen mit mittelcenomanen Formen (*Scaphites equalis* Sow.) eingebettet. Diese Kondensation dürfte auf ähnliche Umlagerungsprozesse zurückzuführen sein, wie sie oben für die untercenomanen Basissedimente beschrieben wurden.

Die Grenze zum Obercenoman sowie das gesamte Obercenoman ist mit Ammoniten nicht näher erfaßbar, da hier die entsprechenden Fossilfunde fehlen. Ebenso liegen aus der Kalkknollenbank des höheren Cenomans keine neuen Makrofossilfunde vor. Eine Einstufung in das höchste Cenoman aufgrund des in der Literatur aus dieser Bank beschriebenen *Actinocamax plenus* (Blainville) (= *gracile*-Subzone) scheint möglich zu sein. Hier ist aber Vorsicht geboten, da die Kalkknollenbank als ausgeprägte Hartgrundbildung während eines längeren Sedimentationsstillstandes anzusehen ist (vgl. M. Hiss 1981: 199 ff). Sie enthält viele Grabgänge, die wahrscheinlich erst später mit Sediment verfüllt worden sind. Es ist also denkbar, im Moment aber leider nicht nachprüfbar, daß *Actinocamax plenus* erst zu einem späteren Zeitpunkt nach der Ablagerung der Kalkknollenbank in dieses Sediment gelangt ist. Hierfür spricht zum Beispiel, daß dieser Belemnit ausschließlich in dieser Bank oder (im mittleren Ruhrgebiet) auch unmittelbar darüber angereichert vorkommt. Möglicherweise ist also das Grundsediment der Kalkknollenbank zu einem frühen, nicht genau festlegbaren Zeitpunkt im höheren Cenoman abgelagert, das höchste Obercenoman („*plenus*-Zone“) aber nur reliktisch als Grabgangfüllung darin enthalten.

# 6. BIOSTRATIGRAPHISCHE GLIEDERUNGSMÖGLICHKEITEN AUFGRUND DER FORAMINIFERENFAUNA

Die Foraminiferen des hier dargestellten Gebietes wurden in Anlehnung an die Untersuchungen von C. FRIEG (1979) und R. BAUMEISTER (1980) aus dem Raum Bochum bestimmt und beschrieben (M. HISS 1981: 150ff). Eine weitere, ausführliche Darstellung der Foraminiferenfauna befindet sich in Vorbereitung (M. HISS in Vorb.). Die Verbreitung der Foraminiferen wird vorwiegend von den stark schwankenden Fazies-Verhältnissen bestimmt. Es treten nur wenige, in ihrer Verbreitung sicher stratigraphisch festgelegte Arten auf, die mit oben zitierten Untersuchungen aus England und Belgien verglichen werden können. Viele von dort beschriebene, vor allem stratigraphisch relevante Arten fehlen hier. Vermutlich faziell gebundene Arten kommen aber zusammen mit stratigraphisch genau festgelegten Foraminiferen vor. Sie setzen gemeinsam an stratigraphischen Grenzen ein und können so in gewisser Weise als Leitfossilien, zumindest für das Untersuchungsgebiet, gelten.

Die Foraminiferen-Untersuchungen haben ebenfalls gezeigt, daß lithostratigraphische Horizonte von W nach E Faunen unterschiedlichen Alters führen können. So tritt zum Beispiel *Rotalipora cushmani* (MORROW) (Leitfossil für oberes Mittel- bis Obercenoman) östlich von Frömern im Kalkmergelstein-Horizont und westlich davon im glaukonitischen Übergangshorizont auf. Einige kalkschalige Benthoner kommen im E ab der Hornsteinbank vor und treten weiter westlich bereits im Glaukonit-Sandmergelstein-Horizont auf (*Cibicides grobenkoi* AKIMETZ, *Lingulogavelinella globosa* (BROTZEN), *Gavelinella intermedia belorussica* (AKIMETZ)). Die schon früher beschriebenen (R. BARTLING 1920) diachron verlaufenden Faziesgrenzen können somit durch die Untersuchung der Foraminiferen- und Ammonitenfaunen zeitlich genau festgelegt werden.

Die Verbreitung der Foraminiferen in der Cenoman-Schichtenfolge am Haarstrang ist in Abb. 6 dargestellt. Stratigraphisch wichtige Arten sind besonders markiert. Es ist möglich, sechs Foraminiferen-Zonen auszuscheiden. Die Abgrenzung dieser Zonen im Vergleich zur Ammoniten-Orthostratigraphie kann wie folgt durchgeführt werden:

Foraminiferen-Zone I, tieferes Untercenoman (*carcitanensis*- bis *saxbii*-Subzone): *Arenobulimina (Arenobulimina) preslii* (REUSS) fehlt, sie setzt erst mit Beginn der Zone II ein (vgl. C. FRIEG 1979). *Lingulogavelinella formosa* (BROTZEN) ist verbreitet. *Gavelinella berthelini* (KELLER) kommt vereinzelt vor.

Foraminiferen-Zone II, oberes Untercenoman (*dixoni*-Subzone): *Arenobulimina (Arenobulimina) preslii* (REUSS) tritt erstmals auf. *Lingulogavelinella formosa* (BROTZEN) klingt in dieser Zone endgültig aus (vgl. D. J. CARTER & M. B. HART 1977: Fig. 9). *Gavelinella berthelini* (KELLER) kommt nicht mehr vor.

Foraminiferen-Zone III, unteres Mittelcenoman, etwa der *costatus*-Subzone entsprechend: *Plectina cenomana* CARTER & HART setzt ein (vgl. D. J. CARTER & M. B. HART 1977), ebenso kommt *Gyroidinoides nitida* (REUSS) erstmals vor. *Vialovella frankei* (CUSHMAN) zeigt nahe der Obergrenze der Zone III ein deutliches Häufigkeitsmaximum (im mittleren Teil des Untersuchungsgebietes besonders gut zu beobachten).

Foraminiferen-Zone IV, mittleres Mittelcenoman, etwa der *acutus*-Subzone entsprechend. Verschiedene kalkschalige benthonische Foraminiferen setzen ein: *Cibicides grobenkoi* AKIMETZ, *Lingulogavelinella globosa* (BROTZEN), *Lingulogavelinella* cf. *formosa* (BROTZEN). *Pseudotextulariella cretosa* (CUSHMAN) zeigt ein deutliches Häufigkeitsmaximum in geringem Abstand oberhalb des Maximums von *Vialovella frankei* (CUSHMAN). *Flourensina intermedia* TEN DAM setzt in dieser Zone ein.

Foraminiferen-Zone V, oberes Mittelcenoman bis Obercenoman, etwa der *jukesbrowni*-Subzone bis *naviculare*-Zone entsprechend. Die Zone V stimmt mit der *Rotalipora cushmani/Praeglobotruncana stephani*-Zone bei D. J. CARTER & M. B. HART (1977) überein. Verschiedene planktonische Foraminiferen setzen ein: *Rotalipora cushmani* (MORROW), *Rotalipora deekei* (FRANKE), *Praeglobotruncana stephani* (GANDOLFI), *Praeglobotruncana delrioensis* (PLUMMER). Ebenso kommt *Gavelinella intermedia belorussica* (AKIMETZ) erstmals vor. Kalkschalige Foraminiferen (Plankton und Benthos) treten insgesamt häufiger auf.

Foraminiferen-Zone VI, Unterturon, *labiatus*-Schichten (*nodosoides*-Zone): *Rotalipora cushmani* (MORROW) und *Rotalipora deekei* (FRANKE) fehlen. Zweikielige Globotruncanen aus der Gruppe der *Globotruncana marginata* (REUSS) treten erstmals auf. Hedbergellen kommen massenhaft vor. Es fehlen viele agglutinierende Foraminiferen.

| Gruppe | Art | Leitfossil | VI | V | IV | III | II | I |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Planktoner | Globotruncana marginata | O | ■■■ | | | | | |
| | Praeglobotruncana stephani | O | ■■■ | ■■■ | | | | |
| | Praeglobotruncana delrioensis | O | ■■■ | ■■■ | | | | |
| | Rotalipora deekei | O | | • • • | | | | |
| | Rotalipora cushmani | O | | ■■■ | | | | |
| | Hedbergella sp sp | | —— | ■■■ | • • • | • • • | • • • | • • • |
| Kalkschalige Benthoner | Ramulina sp | | • • • | • • • | | | | |
| | Dentalina sp | | • • • | • • • | | | | |
| | Palmula sp | | • • • | • • • | | | | |
| | Frondicularia sp | | • • • | • • • | | | | |
| | Gavelinella interm belorussica | O | —— | ■■■ | | | | |
| | Gavelinella ammonoides | | | • • • | | | | |
| | Cibicides grobenkai | O | | | • • • | | | |
| | Lingulogavelinella globosa | O | ■■■ | ■■■ | • • • | | | |
| | Lingulogavelinella cf formosa | O | | • • • | • • • | | | |
| | Gyroidinoides nitida | O | • • • | • • • | • • • | • • • | | |
| | Gavelinella cenomanica | | • • • | —— | ■■■ | ■■■ | ■■■ | • • • |
| | Gavelinella interm intermedia | | ■■■ | ■■■ | • • • | • • • | • • • | • • • |
| | Lenticulina sp sp | | —— | —— | ■■■ | • • • | • • • | • • • |
| | Gavelinella baltica | | | ■■■ | ■■■ | ■■■ | • • • | • • • |
| | Lingulogavelinella formosa | O | | | | | • • • | ■■■ |
| | Gavelinella berthelini | O | | | | | | • • • |
| Agglutinantier | Gaudryina ellisorae | | • • • | • • • | • • • | | | |
| | Flourensina intermedia | O | | • • • | • • • | | | |
| | Ataxophragmium crassum | | | • • • | • • • | | | |
| | Dorothia filiformis | | | • • • | • • • | | | |
| | Dorothia gradata | | | • • • | • • • | • • • | | |
| | Plectina cenomana | O | | • • • | • • • | • • • | | |
| | Glomospirella sp | | | • • • | • • • | • • • | | |
| | Ammodiscus cretaceus | | • • • | • • • | • • • | | • • • | |
| | Eggerellina intermedia | | • • • | ■■■ | • • • | • • • | • • • | |
| | Arenobulimina (A) preslii | O | ■■■ | ■■■ | ■■■ | ■■■ | ■■■ | |
| | Arenobulimina (N) obesa | | | • • • | • • • | • • • | • • • | |
| | Arenobulimina (P) minima | | | • • • | • • • | • • • | • • • | |
| | Arenobulimina (P) chapmani | | | • • • | • • • | • • • | • • • | |
| | Vialovella frankei | O | | ■■■ | ■■■ | —— | • • • | |
| | Placopsilina cenomana | | | | | | • • • | |
| | Plectina mariae | | | ■■■ | ■■■ | ■■■ | ■■■ | ■■■ |
| | Pseudotextulariella cretosa | O | • • • | ■■■ | —— | ■■■ | ■■■ | —— |
| | Dorothia turris | | ■■■ | • • • | • • • | • • • | • • • | ■■■ |
| | Lituolide Foraminiferen | | • • • | • • • | ■■■ | ■■■ | —— | —— |
| | Arenobulimina (P) truncata | | • • • | • • • | • • • | • • • | • • • | ■■■ |
| | Tritaxia tricarinata | | ■■■ | —— | —— | —— | —— | —— ■■■ |
| | Arenobulimina (N) elevata | | | • • • | • • • | • • • | • • • | • • • |
| | Arenobulimina (P) bochumensis | | | • • • | ■■■ | ■■■ | ■■■ | • • • |
| | Arenobulimina (C) dorbigny | | | ■■■ | ■■■ | ■■■ | —— | ■■■ |
| | Arenobulimina (C) anglica | | | ■■■ | ■■■ | —— | —— | —— |
| | Arenobulimina (C) advena | | | ■■■ | —— | —— | —— | —— |
| | Reophax dentaliniformis | | | • • • | • • • | • • • | • • • | • • • |
| | Ataxophragmium compactum | | | • • • | • • • | • • • | | • • • |
| | Ataxophragmium depressum | | | • • • | • • • | • • • | | —— |
| | Lituola irregularis | | | • • • | | | ■■■ | • • • |
| | Spiroplectammina cf boudouiniana | | | • • • | | | | • • • |
| | Reophax guttifera | | | • • • | | | | • • • |
| | Arenobulimina (A) cf obliqua | | | | | • • • | ■■■ | —— |
| | Haplophragmoides rugosus | | | | | | • • • | • • • |
| | Reophax hamulus | | | | | | • • • | ■■■ |
| | Reophax scorpiurus | | | | | | | • • • |
| | Foram Zonen | | VI | V | IV | III | II | I |
| | Ammoniten Zonen | | M nodosoides | C. naviculare | A jukesbrowni / T acutus | T costatus | M dixoni | M saxbii / H carcitanensis |
| | | | | | A rhotomagense | | M mantelli | |
| | | | unter | ober | mittel | | unter | |
| | | | Turon | Cenoman | | | | |

| Symbol | Bedeutung | |
|---|---|---|
| • • • | selten | < 2 % |
| ■■■ | häufig | 2 - 7 % |
| —— | sehr häufig | 7 - 30 % |
| —— | massenhaft | > 30 % |
| O | Leitfossil | |

Abb. 6. Stratigraphische Verbreitung der Foraminiferen im Untersuchungsgebiet und Foraminiferen-Zonengliederung.

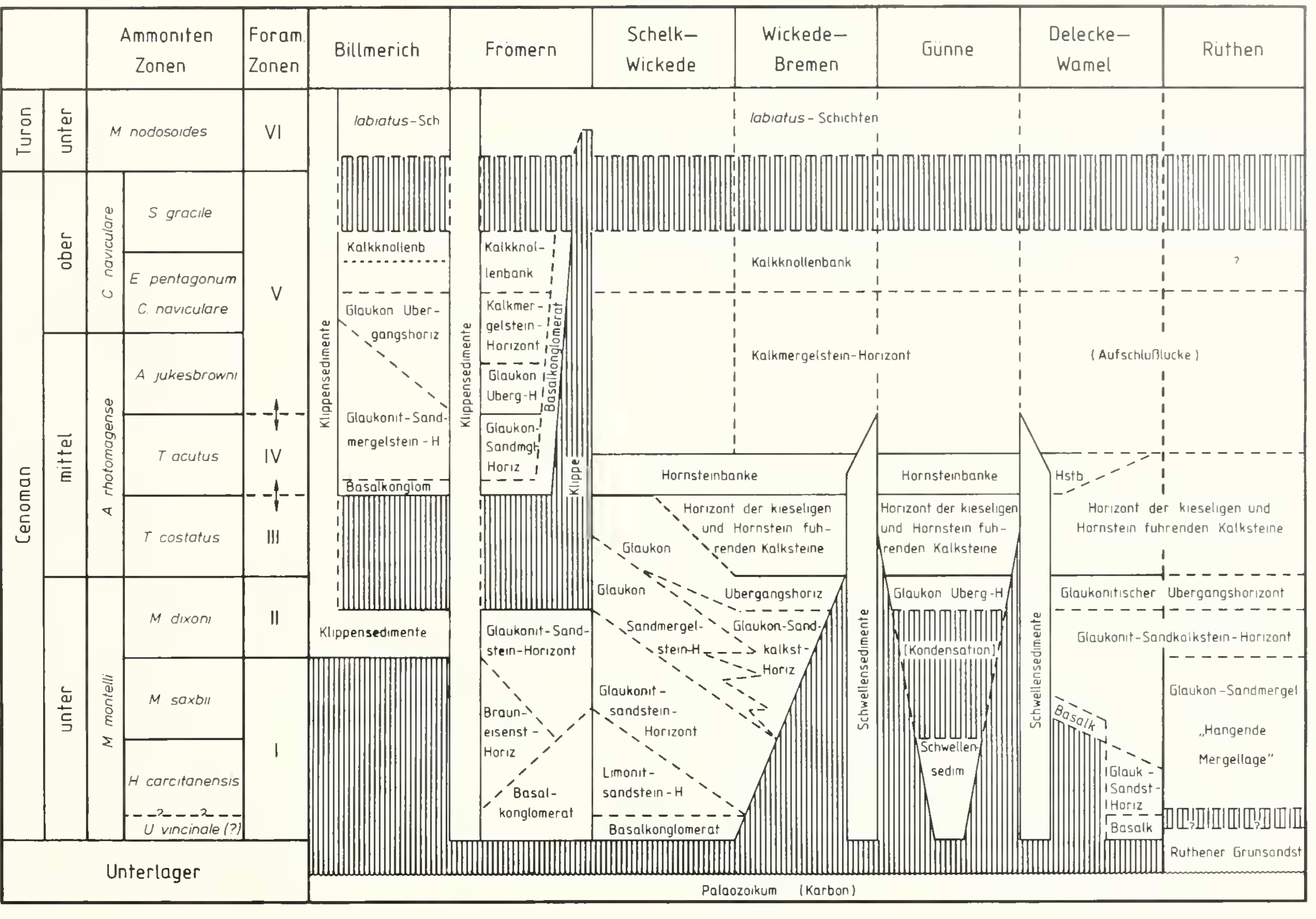



Abb. 7. Biostratigraphische Gliederung der Kreide-Basisschichten am Haarstrang.

# 7. BIOSTRATIGRAPHISCHE GLIEDERUNG DER SEDIMENTE IM UNTERSUCHUNGSGEBIET

Aufgrund der Faunenuntersuchungen ist es möglich, die Sedimente des Untersuchungsgebietes biostratigraphisch einzustufen. Diese Gliederung ist in Abb. 7 dargestellt (vgl. auch Abb. 2). Folgende Ergebnisse können festgehalten werden:

a) Beginn der Kreide-Transgression

Die Kreide-Transgression beginnt im untersuchten Raum im tiefsten Untercenoman (*carcitanensis*-Subzone, Ammoniten dieser Subzone sind im gesamten Bereich südlich und östlich von Unna nachzuweisen). Spätestens im höheren Untercenoman (*dixoni*-Subzone) wird auch der westliche Teil des Untersuchungsgebietes (südwestlich von Unna) überflutet.

b) Sedimente des Untercenomans

In Billmerich (südwestlich von Unna) haben lediglich einige Klippensedimente, in Frömern (südlich von Unna) Klippensedimente und (in der Normalfazies) die Basissedimente bis einschließlich Glaukonit-Sandstein-Horizont untercenomanes Alter. Zwischen Schelk und Wickede (Profile Schelk bis Wiehagen, vgl. Abb. 2) ist die Grenze Unter-/Mittelcenoman nicht genau festlegbar; sie liegt im oberen Teil des Glaukonit-Sandmergelstein-Horizonts. Eine Untergliederung des Untercenomans ist hier nicht durchführbar. Östlich von Wickede haben der Glaukonit-Sandmergelstein- bzw. Glaukonit-Sandkalkstein-Horizont und unterlagernde Schichten tieferes Untercenoman-Alter (*carcitanensis*- bis *saxbii*-Subzone), der glaukonitische Übergangshorizont gehört dem oberen Untercenoman an (*dixoni*-Subzone). Auf der Schwelle bei Günne (Möhnesee) sind untercenomane Reliktsedimente in Schichten des tieferen Mittelcenomans eingebettet. Ferner kann die ,,Hangende Mergellage" (vgl. E. Speetzen et al. 1974) im Vergleichsprofil Rüthen in die Foraminiferen-Zone I (tieferes Untercenoman) eingestuft werden.

c) Sedimente des Mittelcenomans

Im höchsten Untercenoman und tiefen Mittelcenoman besteht in Billmerich und Frömern eine Schichtlücke, lithologisch durch eine Aufarbeitungszone an der Basis des Glaukonit-Sandmergelstein-Horizonts, paläontologisch durch einen deutlichen Faunensprung innerhalb der Foraminiferen-Fauna belegt. Diese Schichtlücke kann weiter östlich nicht nachgewiesen werden. Sie ist in Frömern und Billmerich vermutlich aufgrund der küstennahen Position so deutlich ausgebildet. Mehrere kurzzeitige Sedimentationsunterbrechungen sind aber auch weiter östlich im Zusammenhang mit Hartgrundbildungen im Horizont der kieseligen und Hornstein führenden Kalksteine wahrscheinlich.

Das tiefere Mittelcenoman (Foraminiferen-Zone III) beginnt östlich von Wiehagen (westlich davon nicht genau festlegbar) mit dem Horizont der kieseligen und Hornstein führenden Kalksteine und endet mit dem Häufigkeitsmaximum von *Vialovella frankei* unterhalb der Hornsteinbänke. Ammoniten aus der Gruppe um *Acanthoceras rhotomagense* kommen in diesen Schichten vor.

Das mittlere Mittelcenoman (Foraminiferen-Zone IV) ist durch das Häufigkeitsmaximum von *Pseudotextulariella cretosa* im gesamten Gebiet gut zu erkennen. In Frömern gehört der gesamte, in Billmerich der untere Teil des Glaukonit-Sandmergelstein-Horizonts in diese Zone. Östlich von Schelk sind die Hornsteinbänke sowie einige Dezimeter des Kalkmergelstein-Horizonts dieser Zone zuzuordnen; östlich von Delecke ist die Hangendgrenze nicht mehr aufgeschlossen.

d) Sedimente des Oberen Mittelcenomans bis Obercenomans

Der obere Teil des Glaukonit-Sandmergelstein-Horizonts von Billmerich, der glaukonitische Übergangshorizont von Billmerich und Frömern, der Kalkmergelstein-Horizont von Frömern und den weiter östlich gelegenen Profilen sowie die Kalkknollenbank im gesamten Gebiet können in die Foraminiferen-Zone V eingestuft werden. Die Zone beginnt mit dem ersten Auftreten von *Rotalipora cushmani* (östlich von Schelk wenige Dezimeter oberhalb der Hornsteinbänke). Der Zeitumfang der durch die Kalkknollenbank dokumentierten Schichtlücke kann nicht näher angegeben werden (s. o.). Die Sedimentationslücke beginnt vermutlich irgendwann im Obercenoman. Höchstes Obercenoman ist wahrscheinlich nur reliktisch vorhanden (,,*plenus*-Zone").

e) Sedimente des Unterturons

Die *labiatus*-Schichten beginnen im gesamten Gebiet mit scharfer lithologischer Grenze oberhalb der Kalkknollenbank und sind durch das Auftreten von *Inoceramus labiatus* (Schloth.) bereits nahe ihrer Basis sowie das Vorkommen von *Globotruncana marginata* (Reuss) und das Überwiegen von planktonischen Foraminiferen gekennzeichnet. Inwieweit die im Obercenoman beginnende Schichtlücke auch noch das Unterturon umfaßt, kann nicht mit Sicherheit gesagt werden. Da die genannten Leitfossilien normalerweise erst etwas oberhalb der Cenoman/Turon-Grenze einsetzen, ist anzunehmen, daß die Sedimentationsunterbrechung bis in das tiefere Unterturon hineinreicht.

## DANKSAGUNG

Ich danke Herrn Prof. Dr. M. Kaever und Herrn Prof. Dr. U. Rosenfeld, die beide die Anfertigung dieser Arbeit durch zahlreiche Diskussionen und Anregungen gefördert haben. Herrn Dr. C. Frieg danke ich für wertvolle Hinweise bei der Bestimmung der Foraminiferen.

# LITERATUR


ARNOLD, H. (1964 a): Die Erforschung der westfälischen Kreide und zur Definition der Oberkreidestufen und -zonen. – Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., 7: 1–14, 1 Abb., 1 Tab.; Krefeld.

— — (1964 b): Die Verbreitung der Oberkreidestufen im Münsterland und besonders im Ruhrgebiet. – Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., 7: 679–690, 2 Abb., 2 Taf.; Krefeld.

BARTLING, R. (1909): Erläuterungen zur geologisch-agronomischen Karte der Umgebung von Soest. – 47 S., 1 Abb., 2 Kt.; Berlin.

— — (1911): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen und benachbarten Bundesstaaten, Blatt Unna. – 144 S., 9 Abb., 9 Taf.; Berlin.

— — (1920): Transgression, Regression und Faziesverteilung in der mittleren und oberen Kreide des Beckens von Münster. – Z. dt. geol. Ges., 72 (3/4): 161–217, 3 Tab., Taf. 5–8; Berlin.

BAUMEISTER, R. (1980): Zur Stratigraphie und Fazies des Cenomans von Bochum mit Hilfe kalkschaliger Foraminiferen. – Diss. Univ. Münster: 134 S., 16 Abb., 2 Tab., 6 Taf.; Münster.

BESCHOREN, B. (1927): Cenoman und Turon der Gegend von Unna und Werl in Westfalen. – N. Jb. Mineral. Geol. Paläont., Abt. B, **58**: 1–49, 1 Tab., 4 Taf.; Stuttgart.

CARTER, D. J. & HART, M. B. (1977): Aspects of Mid-Cretaceous Stratigraphical Micropalaeontology. – Bull. brit. Mus. nat. Hist. (Geology Ser.), **29** (1): 1–135, 53 Abb.; London.

FRIEG, C. (1979): Systematische, biostratigraphische und palökologische Untersuchungen an agglutinierenden Foraminiferen des Cenomans in Bochum. – Diss. Univ. Münster: III + 128 S., 13 Abb., 5 Kt., 6 Taf., 3 Tab.; Münster.

— — (1980): Neue Ergebnisse zur Systematik sandschaliger Foraminiferen im Cenoman des südwestlichen Münsterlandes. – Paläont. Z., **54** (3/4): 225–240, 3 Abb.; Stuttgart.

HANCOCK, J. M. (1959): Les ammonites du Cénomanien de la Sarthe. – In: Colloque sur le Crétacé supérieur francais: C. R. Sociétés Savantes, **1959**: 249–252; Dijon.

HANCOCK, J. M.; KENNEDY, W. J. & KLAUMANN, H. (1972): Ammonites from the Transgressive Cretaceous on the Rheinish Massif, Germany. – Palaeontology, **15** (3): 445–449, 1 Abb., Taf. 81; London.

HISS, M. (1979): Stratigraphie, Fazies und geologische Dynamik der Kreide-Basisschichten im Raum südlich Unna. – Diplomarbeit FB Geowiss. WWU Münster: 171 S., 36 Abb., 11 Anl.; Münster [unveröff.].

— — (1981): Stratigraphie, Fazies und Paläogeographie der Kreide-Basisschichten (Cenoman bis Unterturon) am Haarstrang zwischen Unna und Möhnesee. – Diss. Univ. Münster: 337 S., 54 Abb., 13 Tab., 7 Taf., 7 Kt.; Münster.

— — (1982 a): Ammoniten des Cenomans vom Südrand der westfälischen Kreide zwischen Unna und Möhnesee. – Paläont. Z., **56** (3/4): 177–208, 9 Abb.; Stuttgart.

— — (1982 b): Lithostratigraphie der Kreide-Basisschichten (Cenoman bis Unterturon) am Haarstrang zwischen Unna und Möhnesee (südöstliches Münsterland). – Münster. Forsch. Geol. Paläont., **57**: 59–135, 9 Abb., 3 Tab., 5 Kt.; Münster.

IMMEL, H. (1979): Cenoman-Ammoniten aus den Losensteiner Schichten der Bayrischen Alpen. – Aspekte der Kreide Europas, IUGS Series A, **6**: 607–644, 4 Taf.; Stuttgart.

KAHRS, E. (1927): Zur Paläogeographie der Oberkreide in Rheinland-Westfalen. – N. Jb. Mineral. Geol. Paläont., Abt. B, **58**: 627–687, 10 Abb., 1 Tab., Taf. 42–44; Stuttgart.

KENNEDY, W. J. (1971): Cenomanian Ammonites from Southern England. – Spec. Pap. Palaeont., **8**: 133 S., 5 Tab., 64 Taf.; London.

KENNEDY, W. J. & HANCOCK, J. M. (1970): Ammonites of the Genus *Acanthoceras* from the Cenomanian of Rouen, France. – Palaeontology, **13**: 462–490, 9 Abb., Taf. 88–97; London.

— — (1971): *Mantelliceras saxbii* and the Horizon of the *martimpreyi*-Zone in the Cenomanian of England. – Palaeontology, **14**: 437–454, 2 Abb., Taf. 79–82; London.

— — (1978): The Mid-Cretaceous of the United Kingdom. – Ann. Mus. Hist. nat. Nice, **4** (1976): V.1–V.42, 10 Abb., 4 Tab., 30 Taf.; Nice.

KÜHNE, F. (1938a): Geologische Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern, Erläuterungen zu Blatt Neheim. – 40 S., 7 Tab., 1 Taf.; Berlin [unveränderter Nachdruck (1979): Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen 1:25 000, Erläuterungen zu Blatt 4513 Neheim-Hüsten, 2. Auflage. – I–VI, 1–40, 7 Tab., 1 Taf.; Krefeld].

— — (1938b): Geologische Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern, Erläuterungen zu Blatt Arnsberg-Nord. – 36 S., 6 Tab., 1 Taf.; Berlin [unveränderter Nachdruck (1977): Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen 1:25 000, Erläuterungen zu Blatt 4514 Möhnesee. – 36 S., 6 Tab., 1 Taf.; Krefeld].

KUKUK, P. (1938): Geologie des niederrheinisch-westfälischen Steinkohlengebietes. – 706 S., 741 Abb., 48 Tab.; Berlin.

KUKUK, P. & WOLANSKY, D. (1941): Gliederung und Ausbildung der oberen Kreide im mittleren Ruhrgebiet unter Berücksichtigung der wichtigsten Leitversteinerungen. – Glückauf, **1941** (14): 219–221, Taf. 2; Essen.

LOMMERZHEIM, A. (1979): Monographische Bearbeitung der Serpulidae (Polychaeta sedentaria) aus dem Cenoman (Oberkreide) am Südwestrand des Münsterländer Beckens. – Decheniana **132**: 110–195, 17 Abb.; Bonn.

NAIDIN, D. P. (1979): Vergleichende Stratigraphie der oberen Kreide der Russischen Tafel und West-Europas. – Aspekte der Kreide Europas, IUGS Series A, **6**: 497–510, 2 Abb., 5 Tab.; Stuttgart.

ROBASZYNSKI, F. (1978): Approche biostratigraphique du Cénomano-Turonien dans le Hainaut Franco-Belge et le Nord de la France. – Ann. Mus. Hist. nat. Nice, **4** (1976): VIII.1–VIII.23, 8 Abb., 5 Taf.; Nice.

SCHLÜTER, C. (1876a): Die Cephalopoden der oberen deutschen Kreide II. – Palaeontographica **24** (1–4): 1–144, Taf. 36–55; Cassel.

— — (1876b): Verbreitung der Cephalopoden in der oberen Kreide Norddeutschlands. – Verh. naturhist. Ver. preuß. Rheinld. u. Westf., **33**: 330–406; Bonn.

SEIBERTZ, E. (1979): Stratigraphie, Fazies und Paläogeographie der ,,Mittel"-Kreide zwischen Rüthen und Erwitte (Alb – Coniac, SE-Münsterland). – In: Geologie und Mineralogie des Warsteiner Raumes: Aufschluß, Sonderbd. **29**: 85–92, 6 Abb.; Heidelberg.

SEITZ, O. (1953): Die Oberkreide-Gliederung in Deutschland nach ihrer Anpassung an das internationale Schema. – Z. dtsch. geol. Ges., **104**: 148–151, 1 Tab.; Hannover.

TRÖGER, K. A. (1969): Zur Paläontologie, Biostratigraphie und faziellen Ausbildung der unteren Oberkreide (Cenoman bis Turon), Teil II, Stratigraphie und fazielle Ausbildung des Cenomans und Turons in Sachsen, dem nördlichen Harzvorland (subherzyne Kreide) und dem Ohmgebirge. – Abh. staatl. Mus. Mineral. Geol., **13**: 1–70, 7 Abb., 18 Anl.; Dresden.

— — (1981): Zu Problemen der Biostratigraphie der Inoceramen und der Untergliederung der Cenomans und Turons in Mittel- und Osteuropa. – Newsl. Stratigr., **9** (3): 139–156, 8 Abb.; Berlin/Stuttgart.

WEGNER, T. (1926): Geologie Westfalens und der angrenzenden Gebiete. – 2. Aufl., 500 S., 244 Abb., 1 Taf.; Paderborn.

WIEDMANN, J. (1979): Die Ammoniten der NW-deutschen, Regensburger und Ostalpinen Oberkreide im Vergleich mit den Oberkreidefaunen des westlichen Mediterrangebietes. – Aspekte der Kreide Europas, IUGS Series A, **6**: 335–350, 6 Tab.; Stuttgart.

WIEDMANN, J. & KAUFFMAN, E. G. (1978): Mid Cretaceous biostratigraphy of Northern Spain. – Ann. Mus. Hist. nat. Nice, **4** (1976): III.1–III.22, 2 Abb., 1 Tab., 12 Taf.; Nice.

WIEDMANN, J. & SCHNEIDER, H. L. (1979): Cephalopoden und Alter der Cenoman-Transgression von Mülheim-Broich, SW-Westfalen. – Aspekte der Kreide Europas, IUGS Series A, **6**: 645–680, 10 Abb., 10 Taf.; Stuttgart.

WILDBERG, H. (1980): Glaukonitgenese und Lithofazies im Cenoman von Dortmund (Westfalen). – N. Jb. Geol. Paläont. Mh, **1980** (1): 52–64, 11 Abb.; Stuttgart.